

Agnieszka Gontaszewska, Andrzej Kraiński
Instytut Budownictwa, Uniwersytet Zielonogórski,

CHARAKTERYSTYKA GRUNTÓW SPOISTYCH O BARDZO WYSOKIEJ GRANICY PŁYNNOCI Z TERENU ŚRODKOWEGO NADODRZA

CHARACTERISTIC OF COHESIVE GROUNDS OF VERY HIGH LIQUID LIMIT FROM ŚRODKOWE NADODRZE AREA

Słowa kluczowe: grunty spoiste, iły, plastyczność, granica płynności

Streszczenie: W pracy przedstawiono opis gruntów spoistych o bardzo wysokiej granicy płynności. Grunty te stanowią wysoki odsetek (ok.20%) gruntów bardzo spoistych występujących na Środkowym Nadodrze. Przedstawiono ich historię geologiczną oraz środowisko sedymentacyjne. Scharakteryzowano podstawowe parametry geotechniczne i pokazano możliwości opisu gruntów tego typu za pomocą znanych nomogramów.

Key words: cohesive grounds, clays, liquid limit

Summary: Paper presents description of cohesive grounds of very high liquid limit. Such grounds are about 20% of all clayey grounds from Środkowe Nadodrze area. Authors show geological history and sedimentation environment of investigated grounds. A basic geotechnical parameters was also described and opportunities of using some nomogram was shown.

WSTĘP

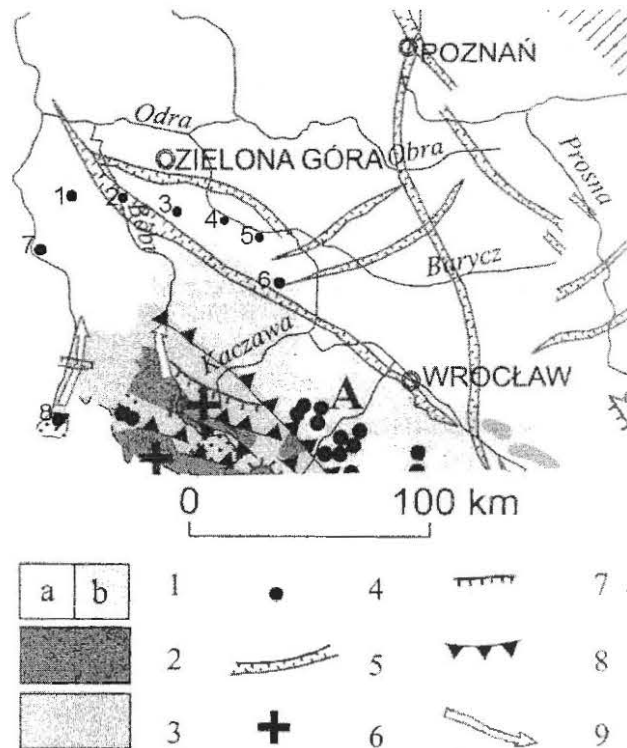
W niniejszej pracy przedstawiono charakterystykę gruntów spoistych, cechujących się granicami płynności powyżej 90%. Grunty takie stanowią dość liczną grupę (około 20%) wśród gruntów bardzo spoistych (iłóv) występujących na Środkowym Nadodrze.

Grunty z bardzo wysoką granicą płynności są gruntami sprawiającymi wiele problemów w praktyce geotechnicznej czy budowlanej, gdyż posiadają własności silnie pęczniące (ekspansywne). Bardzo istotne jest więc określenie ich potencjalnej ekspansywności. Przykłady uszkodzeń obiektów posadowionych na takich gruntach z terenu Zielonej Góry opisano m.in. w pracy Gontaszewska & Mrówczyńska (2003).

CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNA BADANYCH GRUNTÓW

Badane grunty pochodzą z terenu Środkowego Nadodrza oraz Bogatyni (Dolny Śląsk), ich ilość i miejsca pobrania pokazano w tab. 1. oraz na rys.1.

Wszystkie próbki (oprócz pobranych w Bytomiu Odrzańskim) reprezentują ility trzeciorzędowe serii poznańskiej. Były one wykształcone jako typowe ility zielone (Dyjur, 1978, 1992, Choma – Moryl, 1992). Wyjątkiem są grunty pochodzące z terenu Zielonej Góry, były to bowiem ility pobrane z kier glacitektonicznych, pochodzące ze środkowego miocenu, a więc starsze od pozostałych.



Rys.1. Południowo – zachodnia Polska w czasie rozwoju zbiornika iłw poznańskich (Mojski, 2005)

1a – płytkie baseny sedymentacyjne; 1b – dolnośląski resztkowy basen sedymentacyjny; 2 – góry; 3 – pogórza; 4 – góry wyspowe; 5 – rowy tektoniczne; 6 – obszar podnoszący się; 7 – kuesty i inne progi denudacyjne; 8 – krawędzie tektoniczne; 9 – kierunki sływu wód. Miejscowości: 1 – Lubsko; 2 – Nowogród Bobrz; 3 – Kozuchów; 4 – Bytom Odrz.; 5 – Głogów; 6 – Polkowice, 7 – Łęknica, 8 – Bogatynia

Sedymentacja iłw serii (formacji) poznańskiej rozpoczęła się w środkowym pliocenie i trwała ok. 9 mln lat. Środowiskiem sedymentacyjnym była ogromna równina aluwialna, do której materiał był dostarczany rzekami z północy (Mojski, 2006;

Superczyńska, 2006). Miąższość osadów tej serii dochodzi do 150 m. Iły serii *poznańskiej* zostały silnie przekształcone, szczególnie w czasie plejstocenu. Często spotykane są deformacje glacitektoniczne (spowodowane naciskiem lądolodu) – fałdy, łuski czy kry glacitektoniczne (Kraiński, 1983).

Iły serii *poznańskiej* są gruntami prekonsolidowanymi o różnych wartościach OCR. A. Kraiński w swojej pracy wykazał (np. dla Głogowa), że wartości OCR mieszczą się w przedziale od 1,5 do 6,0. Jednocześnie istnieje bardzo ścisła korelacja ($r=0,83$) pomiędzy wartościami OCR a głębokościami pobrania próbek iłów do badań (Kraiński, 2005).

Tab.1. Zestawienie miejsca pobrania i ilości badanych próbek

lp	miejsowość	ogólna ilość próbek	ilość próbek o $w_L \geq 90\%$	udział procentowy próbek o $w_L \geq 90\%$
1	Bogatynia	59	18	30,5
2	Bytom Odrz.	35	13	37,1
3	Głogów	173	43	24,9
4	Koźuchów	108	14	13,0
5	Lubsko	91	28	30,8
6	Łęknica	35	5	14,3
7	Nowogród Bobrz. i Krzystkowice	135	40	29,6
9	Zielona Góra	290	19	6,6
10	Kościan	22	1	4,6
11	Polkowice	36	0	0,0
	Łącznie	984	180	18,3

Próbki pobrane na terenie Bytomia Odrzańskiego reprezentują inne środowisko sedymentacyjne, są to bowiem osady plejstocenijskiego zastoiska. Zastanawia zatem fakt, że grunty te charakteryzują się najwyższym procentowym udziałem próbek o $w_L > 90\%$. Parametry geotechniczne tych osadów są jednak niemal identyczne jak pozostałych próbek. Można więc przypuszczać, że materiał osadzający się na dnie zastoiska pochodził w dużej mierze z wychodni iłów serii *poznańskiej* erodowanych w sąsiedztwie zbiornika.

Nieco innymi cechami charakteryzują się także grunty pobrane w Polkowicach, są to bowiem osady kry glacitektonicznej reprezentowane przez typowe iły pstre, o odmiennej budowie mineralogicznej niż iły zielonej z pozostałych miejscowości.

CHARAKTERYSTYKA GEOTECHNICZNA GRUNTÓW

Badane próbki gruntów to przede wszystkim iły (87,1%), iły pylaste, iły pylaste z węglem brunatnym, i pojedyncze próbki węgla brunatnego, gliny pylastej, gliny

zwięzłej, gliny pylastej zwięzłej z węglem brunatnym (tab.2.).

Do najważniejszych parametrów opisujących właściwości gruntów spoistych należą wskaźnik plastyczności (I_p), stopień plastyczności (I_L), granica plastyczności (w_p) oraz granica płynności (w_L).

Wskaźnik plastyczności jest różnicą pomiędzy granicą płynności i granicą plastyczności, a więc określa, ile wody pochłania grunt przy przejściu ze stanu półzwarłego w płynny. Wyższa wartość tego wskaźnika wskazuje na większy zakres plastyczności danego gruntu. Wskaźnik plastyczności oraz granica płynności wykorzystane są do klasyfikacji gruntów w amerykańskiej normie ASTM D 2487-93 za pomocą nomogramu Casagrande'a (Myślińska, 1995). Wartości podstawowych parametrów gruntów pokazano w tabeli 3.

Tab. 2. Zestawienie rodzajów gruntów o wysokiej granicy płynności

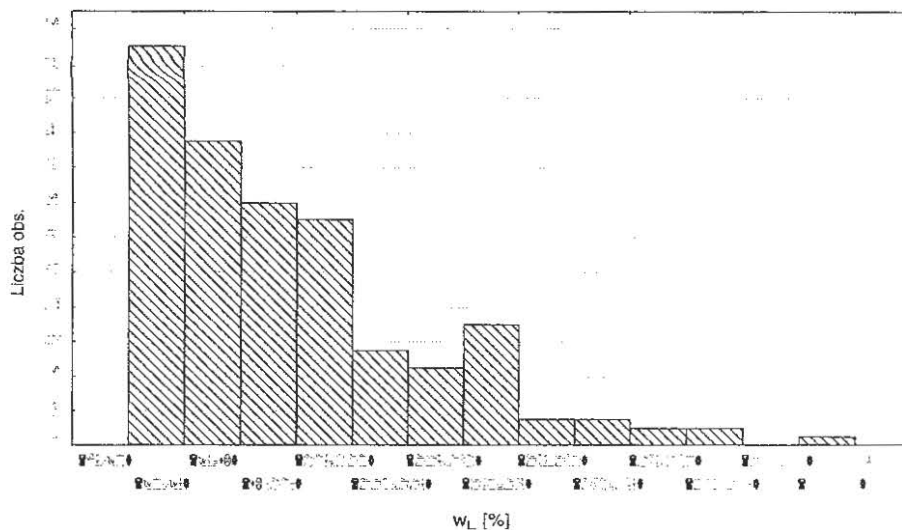
lp	rodzaj gruntu	symbol gruntu	ilość próbek	zawartość procentowa
1	ił	I	158	87,1
2	ił pylasty	$I\pi$	8	4,4
3	ił pylasty z węglem brunatnym	$I\pi cb$	4	2,2
4	ił z węglem brunatnym	Icb	3	1,7
5	węgiel brunatny	Cb	3	1,7
6	glina pylasta zwięzła	$G\pi z$	2	1,1
7	glina zwięzła	Gz	1	0,6
8	glina pylasta	$G\pi$	1	0,6
9	glina pylasta zwięzła z węglem brunatnym	$G\pi z cb$	1	0,6

Tab. 3. Podstawowe statystyki opisowe wybranych parametrów badanych gruntów

parametr	liczba próbek	średnia	minimum	maksimum	odchylenie standartowe	mediana
w_n	180	39,46	20,7	148	18,53	34,9
ρ	90	2,82	1,13	2,0	0,17	1,78
w_L	180	104,77	90,3	152,1	12,39	101,8
w_p	179	33,03	17,4	133,2	14,25	29,95
I_p	180	72,48	27	103,9	13,84	72,3
I_L	179	0,64	-0,08	1,33	0,14	0,05
f_j	39	66,52	30	97	16,88	66,5

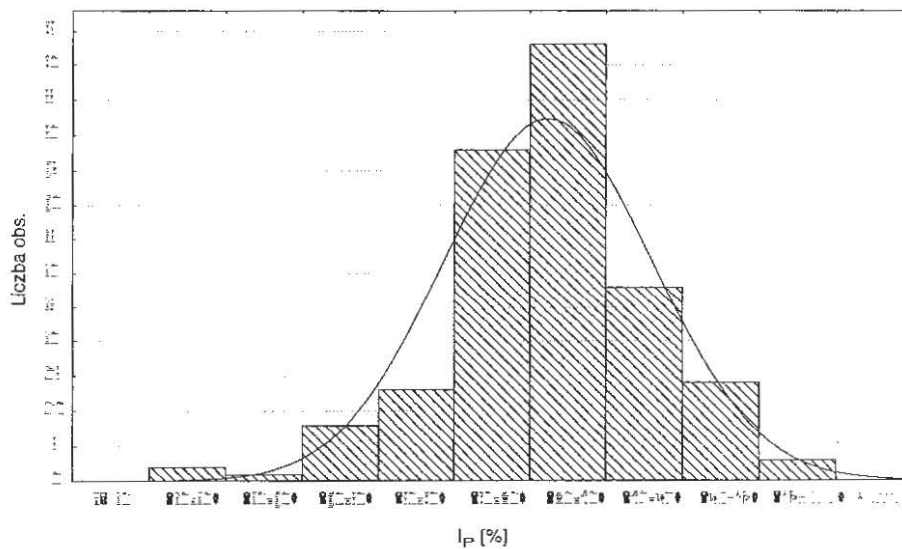
Wilgotność naturalna próbek mieściła się w granicach 20,7 – 148,0%, większość próbek (131 na 180) miała jednak wilgotność niższą od 40%.

Granica plastyczności badanych gruntów mieściła się w zakresie 17,4% – 133,2%, większość próbek (151 na 179) na charakteryzowała się wartościami od 20% do 40%



Rys.2. Histogram wartości granicy płynności badanych próbek

$$y = 180 \cdot 10^{-4} \cdot \text{normal}(x; 72,325; 13,7226)$$



Rys.3. Histogram wartości wskaźnika plastyczności badanych próbek wraz z oczekiwanym rozkładem normalnym

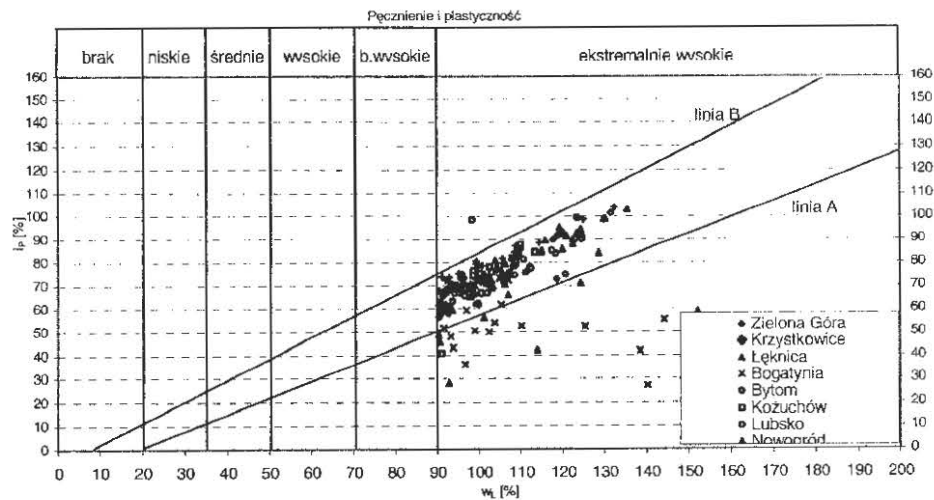
Granica płynności zdecydowanej większości badanych próbek (135 na 180) charakteryzuje się granicą płynności mieszczącą się w zakresie 90% – 110 %, co

widoczne jest na histogramie podanym na rys.2. Maksymalna zaobserwowana wartość granicy płynności to 152,1%.

Wskaźnik plastyczności zawiera się w zakresie 27% – 103,7%. Większość próbek posiada wartości od 60% do 90%. Rozkład wartości wskaźnika plastyczności jest zbliżony do normalnego, co pokazano na rys. 3. Dowodzi to, że ilość przebadanych próbek jest reprezentatywna dla tego parametru.

WYNIKI BADAŃ

Najbardziej znanym nomogramem służącym do określania plastyczności jest nomogram Casagrande'a. Funkcjonuje on dla maksymalnych wartości wskaźnika plastyczności i granicy płynności odpowiednio 60% oraz 100%, co pozwala umiejscowić na nim zdecydowaną większość gruntów. Casagrande podzielił grunty na dwie grupy względem plastyczności, tj. plastyczność niską, gdy $w_L \leq 50\%$ i plastyczność wysoką, gdy $w_L > 50\%$. Bardziej szczegółowy podział pojawił się w modyfikacjach tego nomogramu. Nomogram Casagrande'a jest do dziś podstawą klasyfikacji gruntów w USA i Wielkiej Brytanii. Liczne wersje modyfikacji można znaleźć w pracy Grabowskiej – Olszewskiej (1998)



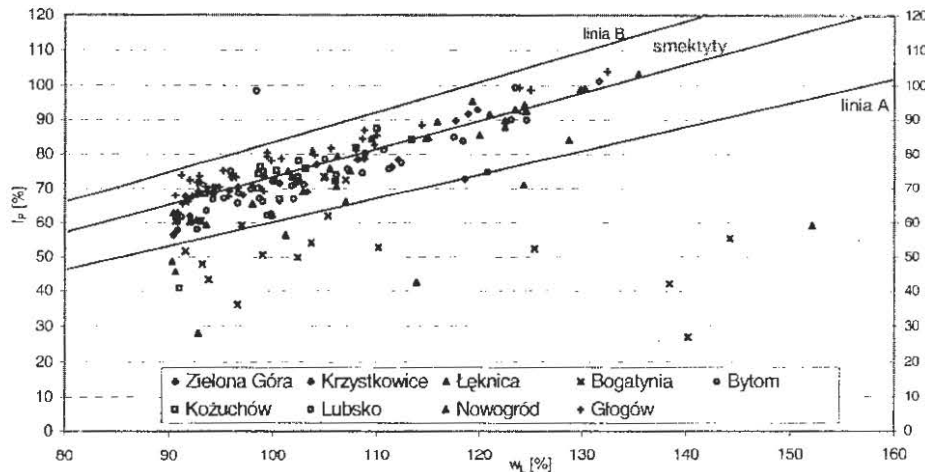
Rys.4. Zmodyfikowany nomogram Casagrande'a wg Grabowskiej - Olszewskiej

Grabowska – Olszewska (1996) przedstawiła zmodyfikowany nomogram Casagrande'a, który umożliwia opis gruntów o granicy płynności wyższej niż 100% (rys.4.).

Zmodyfikowany nomogram Casagrande'a dzieli grunty spoiste na kilka grup plastyczności. Grunty wybrane przez autorów do badań należą do grupy o $w_L > 90\%$,

czyli gruntów o ekstremalnie wysokiej plastyczności. Nomogram zawiera dwie proste: linia A o wzorze $I_p=0,73(w_L-20)$ oraz linia B o wzorze $I_p=0,9(w_L-8)$. Linia B wyznacza górną granicę wszystkich typów gruntów. Większość nieorganicznych gruntów spoistych znajduje się tuż nad lub pod linią A.

Na rys.4. przedstawiono powiększenie nomogramu Casagrande'a dostosowane do wartości zaobserwowanych w badanych próbkach. Większość próbek mieści się pomiędzy liniami A i B. Jedynie ility z Bogatyni i Łęknicy znajdują się poza tym obszarem, charakteryzując się niższymi wartościami wskaźnika plastyczności.

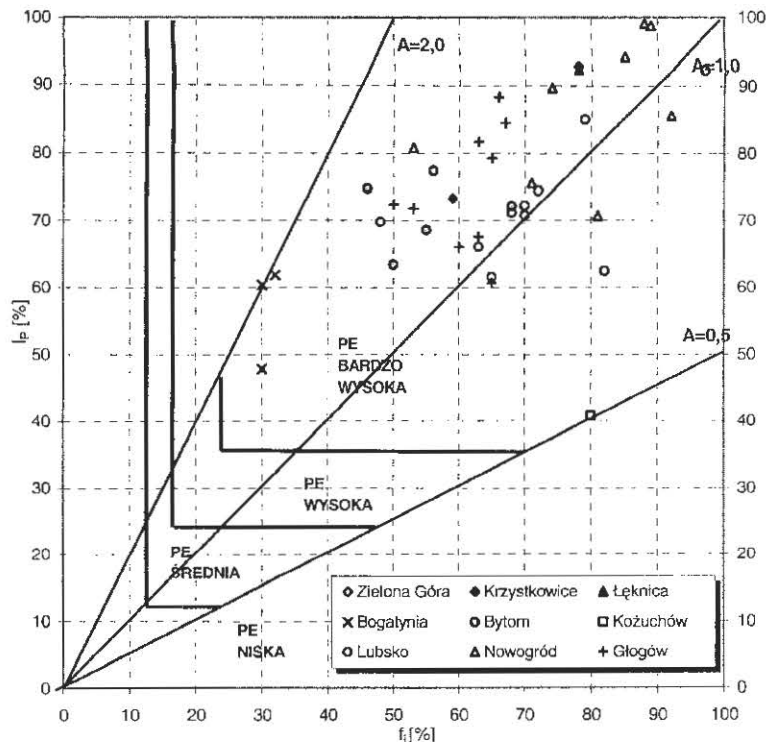


Rys.5. Fragment zmodyfikowanego nomogramu Casagrande'a wg Grabowskiej – Olszewskiej. Zaznaczono pole smektytów wg Arnolda

M. Arnold (Arnold, 1984) umieścił na nomogramie Casagrande'a pola odpowiadające poszczególnym typom minerałów ilastych: smektytom, illitom oraz kaolinitom. Spośród badanych próbek zaledwie kilka (pochodzących z różnych miejscowości) mieściło się na polu kaolinitów i illitów, natomiast duża ilość próbek odpowiadała smektytom, co zaznaczono na rys. 5. W polu smektytów znajdują się prawie wszystkie próbki iłłów z Głogowa i znaczna część iłłów z Kozuchowa. Pozostałe próbki są rozmieszczone równomiernie na wszystkich polach.

Na rys. 6. pokazano nomogram van der Merwego służący do oceny potencjalnej ekspansywności gruntów (PE). Nomogram ten opiera się na zawartości frakcji ilastej oraz wskaźniku plastyczności. Wszystkie próbki (dla których wykonano badania zawartości frakcji ilastej) mieszczą się w polu „bardzo wysoka potencjalna ekspansywność”. Najniższą PE cechują się ility z Bogatyni, najwyższą PE posiadają ility z Nowogrodu Bobrzańskiego.

Analizując rys.5. można zauważyć, że próbki z poszczególnych miejscowości tworzą pola (niekiedy zachodzące na siebie). Świadczyłoby to o pewnym regionalnym zróżnicowaniu potencjalnej ekspansywności. Liczba danych (próbek) jest jednak zbyt mała, aby pozwoliło to na wyciągnięcie szerszych wniosków.



Rys.6. Nomogram do oceny potencjalnej ekspansywności (PE) gruntów wg van der Merwego (Grabowska – Olszewska, 1998), rozszerzony przez autorów

Zaprezentowany w pracy problem licznego występowania gruntów o ekstremalnie wysokich wartościach granicy płynności wymaga dalszych, poszerzonych badań, w tym pełnej identyfikacji geologicznej wraz z ewentualną rejonizacją. Istota problemu jest ściśle związana z bezpieczną (bezawaryjną) eksploatacją obiektów budowlanych posadowionych na wyżej opisanych gruntach.

LITERATURA

- ARNOLD M., 1984, The genesis, mineralogy and identification of expansive soils. 5th Int. Conf. „On Expansive Soils”, Adelaide
- CHOMA-MORYL K., 1992 Chemiczno-fizyczne własności ilów poznańskich Polski południowo-zachodniej na przykładzie wybranych odsłoneń. Acta Universitatis Wratislaviensis 1354, Wrocław
- DYJOR S., 1978, Wykształcenie i stratygrafia utworów trzeciorzędowych na obszarze Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego. Przewodnik L Zjazdu PTG, Wyd. Geolog., Warszawa

- DYJOR S., 1992, Rozwój sedymentacji i przebieg przeobrażeń osadów w basenie serii poznańskiej w Polsce. Acta Universitatis Wratislaviensis 1354, Wrocław
- GONTASZEWSKA A, MRÓWCZYŃSKA M., 2003 Przyczyny nierównomiernych osiadań budynku posadowionego na gruntach zaburzonych glaciektonicznie. Konferencja Naukowo-Techniczna „Aktualne problemy naukowo – badawcze budownictwa”, Olsztyn – Kortowo
- GRABOWSKA – OLSZEWSKA B., 1996, Zmodyfikowany nomogram Casagrande'a i jego zastosowanie do oceny plastyczności i pęcznienia gruntów spoistych. Inżynieria i Budownictwo nr 2
- GRABOWSKA – OLSZEWSKA B. (red), 1998, Geologia stosowana. Właściwości gruntów nienasyconych. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa
- KRAIŃSKI A., 1983, Budowa geologiczna i glaciektoniczna Wzgórz Dalkowskich. IVth Glacitectonics Symposium, Wyd. Uczel. WSInż, Zielona Góra
- KRAIŃSKI A., 2005, Przestrzenna zmienność współczynnika przekonsolidowania (OCR) wybranych typów litogenetycznych i litostratygraficznych gruntów spoistych Środkowego Nadodrza. Oficyna Wyd. UZ, Zielona Góra
- MOJSKI E., 2006 Polska w czwartorzędzie. Zarys morfogenezy. Warszawa
- MYŚLIŃSKA E., 1995, Zastosowanie wykresu Casagrande'a do opisu gruntów spoistych i organicznych z obszaru Polski. Prz. Geol. vol. 43, nr 7, Warszawa
- SUPERZYŃSKA M., 2006, Historia geologiczna oraz identyfikacja parametrów geotechnicznych ilów formacji poznańskiej. Zeszyty Naukowe Pol. Białostockiej, Budownictwo nr 29, Białystok
- WIĘUN Z., 2001, Zarys geotechniki, WKŁ, Warszawa